

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jordan and Hamburg US  
F-7841  
Koji TOJO  
(212) 986-2340  
Solid Laser Apparatus

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年11月13日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-328979

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-328979 ]

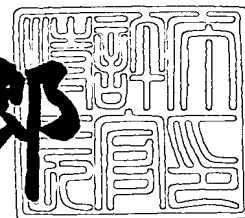
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社島津製作所

2003年 6月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3047479

【書類名】 特許願

【整理番号】 K1020459

【提出日】 平成14年11月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/14

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津  
                            製作所内

    【氏名】 東條 公資

【特許出願人】

    【識別番号】 000001993

    【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

    【識別番号】 100095511

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 有近 紳志郎

    【電話番号】 03-5338-3501

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002233

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長変換レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に前記光共振器から出射する光の波長を合わせるために前記グレーティング部を長さ方向に伸張するグレーティング部伸張手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記光ファイバを保持しうる第 1 固定部を有するベースと、そのベース上をスライドしうると共に前記光ファイバを保持しうる第 2 固定部を有する移動ナットと、その移動ナットに螺合しているネジ棒と、そのネジ棒を回転させる回転手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 カ所で前記光ファイバを保持するバー状の感温伸縮部材と、前記グレーティング部を挟む 2 カ所の間隔を広げるように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、外周面に前記光ファイバのグレーティング部を含む部分を巻き付けうるリング状またはディスク状の感温伸縮部材と、前記外周長を伸ばすように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 カ所で前記光ファイバを

保持するバー状の圧電部材と、前記グレーティング部を挟む2カ所の間隔を広げるように前記圧電部材に電圧を印加する電圧印加手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長変換レーザ装置に関し、さらに詳しくは、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とした波長変換レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体発光素子とグレーティング部を内部に形成した光ファイバとで光共振器を構成したレーザモジュールが知られている（例えば、特許文献1参照）。

また、感温伸縮部材の間隔を空けた2カ所でグレーティング部を挟むように光ファイバを保持し、温度によるグレーティング部の屈折率の変化を打ち消すように感温伸縮部材でグレーティング部を伸縮させて、グレーティング部で反射する光の波長を温度変化に関わらず一定に又は略一定に保つ技術が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

さらに、入射光の高調波光を出力する波長変換素子が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特許第3120828号公報

【非特許文献1】

太田育生その他著「WDMシステム用光ファイバグレーティングの開発」古河電工時報，平成11年7月，第104号，第63頁～第68頁

【特許文献2】

特許第3223648号公報

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 に記載のレーザモジュールと、特許文献 2 に記載の波長変換素子とを組み合わせた波長変換レーザ装置が考えられる。

また、このような波長変換レーザ装置に、非特許文献 1 に記載の技術を適用し、波長変換素子への入射光の波長を温度変化に関わらず一定に維持することが考えられる。

## 【 0 0 0 5 】

しかし、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域は例えば約 0.1 [nm] と狭く、一方、グレーティング部の製作時の誤差に起因する、グレーティング部で反射される光の中心波長のバラツキは、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域より大きい。このため、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わないことが多々あり、歩留まりが悪い問題点がある。

そこで、本発明の目的は、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とした波長変換レーザ装置を提供することにある。

## 【 0 0 0 6 】

## 【課題を解決するための手段】

第 1 の観点では、本発明は、半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に前記光共振器から出射する光の波長を合わせるために前記グレーティング部を長さ方向に伸張するグレーティング部伸張手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

グレーティング部で反射される波長  $\lambda$  [m] は、グレーティング部の実効屈折率を  $n$  とし、グレーティングの周期を  $\Lambda$  [m] とするとき、

$$\lambda = 2 \cdot n \cdot \Lambda \quad \dots\dots (1)$$

である。従って、グレーティング部 6 を伸張することによりグレーティングの周期  $\Lambda$  [m] を拡大させることにより、グレーティング部で反射される波長  $\lambda$  [m] を長くすることが可能である。

そこで、上記第 1 の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域より光共振器から出射する光の波長が短い場合、グレーティング部を長さ方向に伸張することで光共振器から出射する光の波長を強制的に長くすることが出来るため、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

#### 【0007】

第 2 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記光ファイバを保持しうる第 1 固定部を有するベースと、そのベース上をスライドしうると共に前記光ファイバを保持しうる第 2 固定部を有する移動ナットと、その移動ナットに螺合しているネジ棒と、そのネジ棒を回転させる回転手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 2 の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、ネジ棒を回転させてグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせる事が出来る。

#### 【0008】

第 3 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 カ所で前記光ファイバを保持するバー状の感温伸縮部材と、前記グレーティング部を挟む 2 カ所の間隔を広げるように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 3 の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、加熱により感

温伸縮部材を伸張させることでグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせることが出来る。

## 【 0 0 0 9 】

第 4 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 4 の観点による波長変換レーザ装置では、ステンレスと銅のような 2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を組み合わせて、所望の線膨張係数を得ることが出来る。

## 【 0 0 1 0 】

第 5 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、外周面に前記光ファイバのグレーティング部を含む部分を巻き付けうるリング状またはディスク状の感温伸縮部材と、前記外周長を伸ばすように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 5 の観点による波長変換レーザ装置では、光ファイバに局所的な応力が加わるのを避けることが出来る。

## 【 0 0 1 1 】

第 6 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 カ所で前記光ファイバを保持するバー状の圧電部材と、前記グレーティング部を挟む 2 カ所の間隔を広げるように前記圧電部材に電圧を印加する電圧印加手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 6 の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、電圧を印加して圧電部材を伸張させることでグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせることが出来る。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図に示す実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【 0 0 1 3 】

－第 1 の実施形態－

波長変換レーザ装置 1 0 0 は、光反射面と光出射面とこれらの面で挟まれた領域に電流を注入することにより光を発生し増幅する機能を有する半導体光増幅素子 1 と、半導体光増幅素子 1 で発生した光を集光するレンズ 2 と、内部にグレーティング部 6 を形成した光ファイバ 3 と、光ファイバ 3 から出射した光を集光するレンズ 4 と、入射光の第 2 高調波光を出力する波長変換素子 5 と、グレーティング部 6 を挟む 2 カ所で光ファイバ 3 を保持する第 1 固定部 1 4 及び第 2 固定部 1 5 を有するグレーティング部伸張機構 2 0 とを備えて構成されている。

【 0 0 1 4 】

第 1 固定部 1 4 および第 2 固定部 1 5 は、接着剤または半田付けなどにより、光ファイバ 3 を固定的に保持している。

【 0 0 1 5 】

半導体増幅素子 1 と光ファイバ 3 とで光共振器が構成される。すなわち、半導体光増幅素子 1 を出射した光は、レンズ 2 で集光され、光ファイバ 3 の入射側端面のコア部に入射される。光ファイバ 3 のコア部に入射した光は、グレーティング部 6 で決定される波長の光が反射され、半導体光増幅素子 1 へ戻り、半導体光増幅素子 1 で増幅され、再び半導体光増幅素子 1 を出射し、光ファイバ 3 のコア部に入射する。これが繰り返されることにより、グレーティング部 6 で決定される波長の光が光ファイバ 3 の出射側端面のコア部から出射される。

光ファイバ 3 の出射側端面のコア部から出射された光は、レンズ 4 で集光され、波長変換素子 5 の光導波路端面へ入射され、第 2 高調波光に変換され、光導波路の他方の端面から出力される。

【 0 0 1 6 】

グレーティング部伸張機構 2 0 は、ベース 2 1 と、そのベース 2 1 上をスライ



ドしうる移動ナット 2 2 と、その移動ナット 2 2 に螺合しているネジ棒 2 3 と、そのネジ棒 2 3 を手動または工具を用いて回転させうる操作部 2 4 とを具備している。そして、第 1 固定部 1 4 はベース 2 1 に設けてあり、第 2 固定部 1 5 は移動ナット 2 2 に設けてある。

## 【 0 0 1 7 】

操作部 2 4 を回してネジ棒 2 3 を回すと、移動ナット 2 2 がベース 2 1 上をスライドし、第 1 固定部 1 4 と第 2 固定部 1 5 の間隔が変わる。これにより、グレーティング部 6 が伸縮し、グレーティング部 6 で反射される光の波長すなわち光共振器から出射する光の波長が変わる。ただし、外力を加えない状態での光ファイバ 3 の長さより伸ばすことは出来るが、縮めることは出来ない。

## 【 0 0 1 8 】

そこで、光ファイバ 3 に外力を加えない状態では、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長帯域よりも光共振器から出射する光の波長が僅かに短くなるようにグレーティング部 6 を形成しておく。そして、操作部 2 4 を回してグレーティング部 6 を伸張し、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整する。

## 【 0 0 1 9 】

これにより、グレーティング部 6 の製作時の誤差に起因する、グレーティング部 6 で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

## 【 0 0 2 0 】

## － 第 2 の実施形態 －

図 2 に示す波長変換レーザ装置 2 0 0 は、第 1 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 1 0 0 におけるグレーティング部伸張機構 2 0 の代わりに、感温伸縮部材 1 1 と加熱器 3 1 とを用いた構成である。

## 【 0 0 2 1 】

第 1 固定部 1 4 および第 2 固定部 1 5 は、感温伸縮部材 1 1 に設けてあり、接着剤または半田付けなどにより光ファイバ 3 を固定的に保持している。

## 【 0 0 2 2 】

感温伸縮部材 1 1 は、例えば A B S 樹脂、P P S 樹脂、P B T 樹脂、液晶ポリマー、エポキシ樹脂など又はこれに添加物を添加して所望の線膨張係数に調整したプラスチック材料製である。

加熱器 3 1 は、温度制御されたヒータである。

## 【 0 0 2 3 】

光ファイバ 3 に外力を加えない状態では、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長帯域よりも光共振器から出射する光の波長が僅かに短くなるようにグレーティング部 6 を形成しておく。そして、加熱器 3 1 により感温伸縮部材 1 1 を加熱する。すると、感温伸縮部材 1 1 が伸び、第 1 固定部 1 4 と第 2 固定部 1 5 の間隔が広がるため、グレーティング部 6 が伸張される。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

## 【 0 0 2 4 】

## － 第 3 の実施形態 －

図 3 に示す波長変換レーザ装置 3 0 0 は、第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 2 0 0 における感温伸縮部材 1 1 の代わりに、2 種類の異なる線膨張係数をもつ材料 1 6、1 7 を張り合わせて所望の線膨張係数になるように調整した構造の感温伸縮部材 1 2 を用いた構成である。

## 【 0 0 2 5 】

感温伸縮部材 1 2 では、光ファイバ 3 に近い材料 1 6 の線膨張係数よりも光ファイバ 3 から遠い材料 1 7 の線膨張係数が小さいように材料を選ぶ。たとえば、材料 1 6 に銅、材料 1 7 にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。または、材料 1 6 にアルミニウム、材料 1 7 にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。

## 【 0 0 2 6 】

波長変換レーザ装置 3 0 0 でも、第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 2 0 0 と同様に、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

## 【 0 0 2 7 】

## －第 4 の実施形態－

図 4 に示す波長変換レーザ装置 4 0 0 は、第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 2 0 0 におけるバー状の感温伸縮部材 1 1 と加熱器 3 1 の代わりに、リング状の感温伸縮部材 1 3 とそのリング内に設けた加熱器 3 2 を用い、その感温伸縮部材 1 3 の外周面に光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を含む部分を巻き付けた構成である。なお、感温伸縮部材 1 3 をディスク状とし、そのディスク面に合わせるように加熱器を設けてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

感温伸縮部材 1 3 には、第 2 の実施形態で示したプラスチック材料を用いることが出来る。

## 【 0 0 2 9 】

加熱器 3 2 で加熱すると、感温伸縮部材 1 3 の外周長が伸張する。すると、光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を含む部分も伸張する。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

## 【 0 0 3 0 】

## －第 5 の実施形態－

図 5 に示す波長変換レーザ装置 5 0 0 は、第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 2 0 0 における感温伸縮部材 1 1 と加熱器 3 1 の代わりに、バー状の圧電部材（ピエゾ素子）4 1 とその圧電部材 4 1 を伸張させるように電圧を印加する電圧印加装置 4 2 を用いた構成である。

## 【 0 0 3 1 】

電圧印加装置 4 2 で圧電部材 4 1 に電圧を印加すると、逆圧電効果の縦効果により、圧電部材 4 1 が電圧印加方向に伸張する。すると、光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を含む部分も伸張する。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

## 【 0 0 3 2 】

## －第 6 の実施形態－

図 6 に示す波長変換レーザ装置 6 0 0 は、第 5 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 5 0 0 と基本的に同じであるが、逆圧電効果の横効果により、圧電部材 4 1 を電圧印加方向と直交する方向に伸張させている。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

本発明の波長変換レーザ装置によれば、グレーティング部の製作時の誤差に起因する、グレーティング部で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、グレーティング部を長さ方向に伸張することで光共振器から出射する光の波長を強制的に長くすることが出来るため、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図 2】

第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図 3】

第 3 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図 4】

第 4 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図 5】

第 5 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図 6】

第 6 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

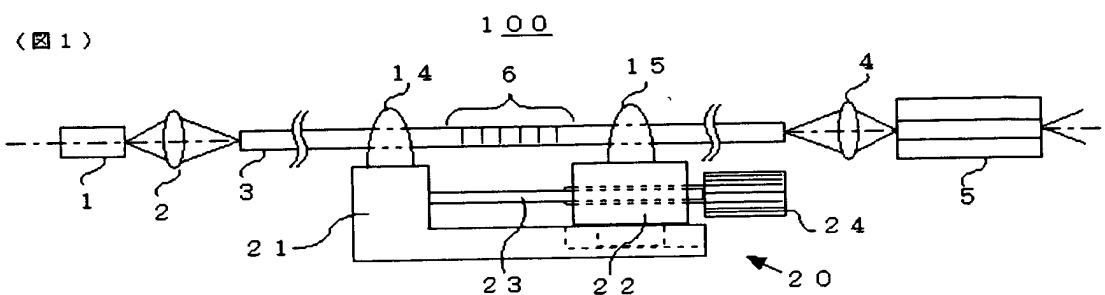
【符号の説明】

- |      |          |
|------|----------|
| 1    | 半導体光増幅素子 |
| 2, 4 | レンズ      |
| 3    | 光ファイバ    |
| 5    | 波長変換素子   |

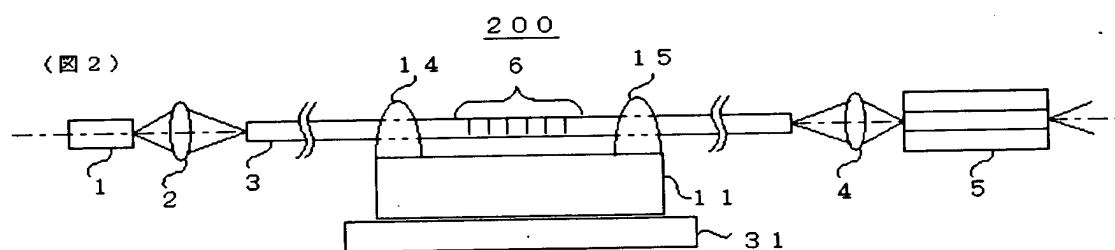
6	グレーティング部
1 1, 1 2, 1 3	感温伸縮部材
3 1, 3 2	加熱器
2 0	グレーティング部伸張機構
2 1	ベース
2 2	移動ナット
2 3	ネジ棒
2 4	操作部
4 1	圧電部材
4 2	電圧印加装置
1 0 0 ~ 6 0 0	波長変換レーザ装置

【書類名】 図面

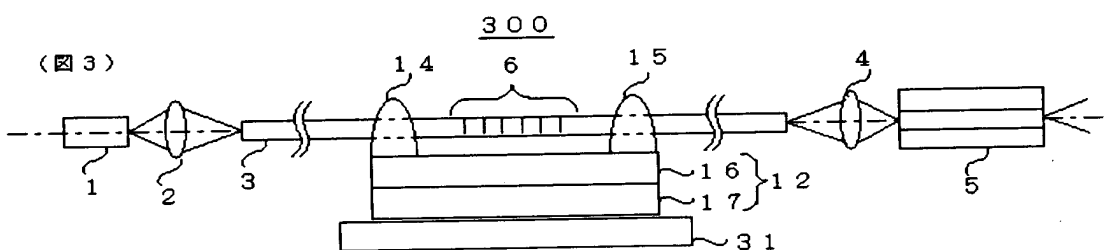
【図1】



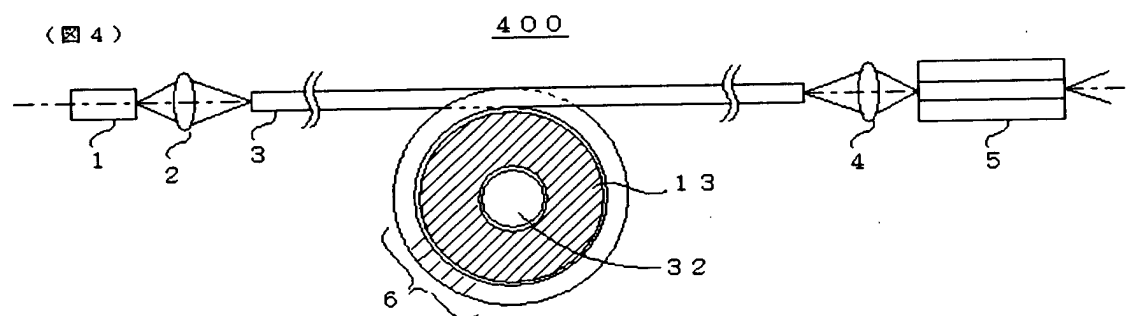
【図2】



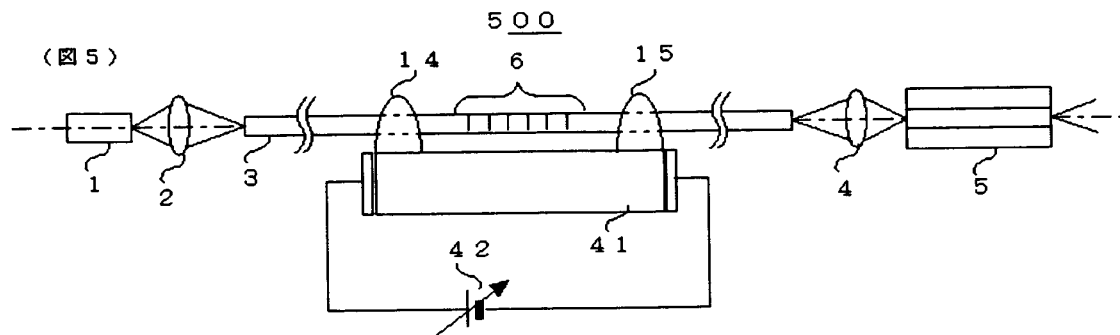
【図3】



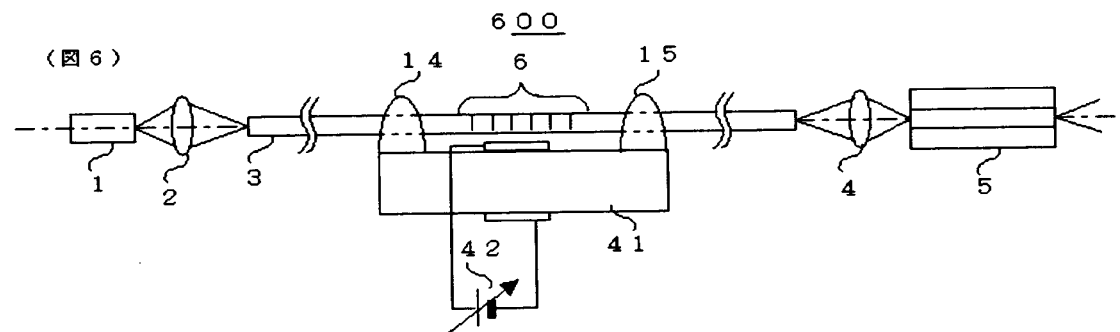
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とする。

【解決手段】 光ファイバ 3 に外力を加えない状態では、半導体増幅素子 1 と光ファイバ 3 とで構成される光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長帯域よりも僅かに短くなるように、グレーティング部 6 を形成しておく。そして、ツマミ 2 4 を回してグレーティング部 6 を伸張し、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように調整する。

【効果】 グレーティング部 6 の製作時の誤差に起因する、グレーティング部 6 で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 9 9 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地  
氏 名 株式会社島津製作所
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 1 6 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地  
氏 名 株式会社島津製作所